

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 01 APR 2003

WIPO

PCT

### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 43 165.5

**Anmeldetag:** 18. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH,  
Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Herstellung eines Druckrohres eines  
Hubmagneten und Druckrohr eines Hubmagneten

**Priorität:** 22.02.2002 DE 102 07 438.0

**IPC:** H 01 F 7/127

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. November 2002  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident

Im Auftrag

  
Weihmayr

Beschreibung

5      Verfahren zur Herstellung eines Druckrohres eines Hubmagneten und  
         Druckrohr eines Hubmagneten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung  
eines Druckrohres eines Hubmagneten für ein hydraulisches  
10 Ventil nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, ein  
Druckrohr eines Hubmagneten für ein hydraulisches Ventil  
nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8 und ein  
Druckrohr eines Hubmagneten für ein hydraulisches Ventil  
nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 11.

15

Ein derartiges Druckrohr ist aus der DE 197 07 587 A1  
bekannt und ist Bestandteil eines druckdichten Hubmagneten,  
der neben dem Druckrohr eine Spule zur Betätigung eines in  
einem Aufnahmeraum des Druckrohrs axial beweglich geführten  
20 Ankers umfaßt, wobei die Spule das Druckrohr umgibt. Das  
Druckrohr umfaßt ein Polstück, welches über ein  
Zentralgewinde mit einem Ventilkörper verschraubbar ist,  
ein unmagnetisches Zwischenstück und ein sich an dieses  
anschließendes Rohrstück, welches an der dem Polstück  
25 abgewandten Seite stirnseitig mittels eines als  
Hubbegrenzung dienenden Bauteils verschlossen ist. Das  
Polstück, das Zwischenstück, das Rohrstück und die  
Hubbegrenzung begrenzen den Aufnahmeraum für den mit der  
Spule zusammenwirkenden Anker. Der Anker ist mit einem  
30 Stößel verbunden, der das Polstück in axialer Richtung  
durchgreift und zur Betätigung eines Ventilschiebers des  
hydraulischen Ventils dient. Das unmagnetische  
Zwischenstück dient zur Umleitung des magnetischen Flusses  
in den Anker.

35

Das unmagnetische Zwischenstück wird üblicherweise nach  
Fertigungsverfahren, wie einem Bronze-Auftragsschweißver-

fahren oder Einlöten von austenitischem Stahl, in das Druckrohr eingebaut. Beim Einsatz derartiger Verfahren ist es erforderlich, daß das Druckrohr an der den Aufnahmeraum begrenzenden Innenwandung nach einem spanabhebenden Verfahren nachbearbeitet wird, um eine Lauffläche für den Anker herzustellen. Dies ist insofern nachteilig, als daß durch das spanabhebende Verfahren nicht nur die Herstellungsdauer, sondern auch die Fertigungskosten steigen.

10

Ferner ist es auch bekannt, das unmagnetische Zwischenstück bzw. die unmagnetische Zone durch partielle Gefügeumwandlung des das Druckrohr bildenden Werkstücks herzustellen. Nachteilig ist jedoch, daß zum einen ein großer vorrichtungstechnischer Aufbau zum Gefügeumwandeln notwendig ist, als auch eine sehr sensible Ansteuerung der Gefügeumwandlungsvorrichtung zu erfolgen hat, um ein Zwischenstück mit den gewünschten Gefüge auszubilden.

Bei den vorgenannten Verfahren zur Herstellung der unmagnetischen Zone werden der Anker sowie sonstige in dem Aufnahmeraum angeordnete Bauteile, wie Antiklebscheiben und der Stößel, aufgrund der herrschenden Temperaturen erst nach dem Zusammenfügen und dem Nachbearbeiten des Verbindungsbereichs zwischen dem Polstück und dem Zwischenstück bzw. dem Zwischenstück und dem Rohrstück in den Aufnahmeraum eingebracht. Erst dann wird der Aufnahmeraum mittels der Hubbegrenzung verschlossen. Dabei erfolgt das Verschließen üblicherweise nach einem Bördelverfahren.

Ein Nachteil des Verfahrens ist, daß die Hubbegrenzung über ein Bördelverfahren mit dem Druckrohr gefügt wird. Durch die auftretende Innendruckbeanspruchung im Aufnahmebereich verändert sich die Lage der Hubbegrenzung, so das kein druckfester und dichter Betrieb und kein fester Sitz mehr gewährleistet ist. Dies beruht vor allem auf

einer Abnutzung der Kanten innerhalb der Einrollung bei jedem Druckwechsel.

Dabei ist eine Lageveränderung der Hubbegrenzung besonders bei Druckrohren mit integrierter Wegmesseinrichtung zur Messung eines Schieberweges von Nachteil, da durch die Lageveränderung der Nullpunkt verschoben wird und somit die Messergebnisse verfälscht werden.

Ein anderer Nachteil des Verfahrens ist, daß die Hubbegrenzung von dem Druckrohr körperlich getrennt ist, so daß stets über einen Fügenschritt diese beiden Bauteile gefügt werden müssen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es ein Verfahren, das die vorgenannten Nachteile beseitigt, sowie Druckrohre zu schaffen, die nach diesem Verfahren vorrichtungstechnisch einfach und kostengünstig hergestellt werden.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen nach dem Patentanspruch 1 und durch ein erstes Druckrohr mit den Merkmalen nach dem Patentanspruch 8 und durch ein zweites Druckrohr mit den Merkmalen nach dem Patentanspruch 11.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Druckrohres eines Hubmagneten für ein hydraulisches Ventil mit den Merkmalen nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, bei welchem Verfahren das Zwischenstück vorzugsweise in einem einzigen Arbeitsgang an seinen Stirnseiten mit dem Polstück und dem Rohrstück derart thermisch verfügt wird, daß nach dem Verfügen eine Lauffläche für den Anker ausgebildet ist, hat den Vorteil, daß es nicht mehr erforderlich ist, die Wandungen des Aufnahmebereichs für den Anker mittels aufwendiger spanabhebender Verfahren

nachzubearbeiten, da die Verbindung zwischen dem Zwischenstück und dem Rohrstück bzw. dem Polstück und dem Zwischenstück ausschließlich über die jeweils aneinander grenzenden Stirnseiten der jeweiligen Bauteile erfolgt. 5 Dadurch ist eine Lauffläche für den Anker bereitgestellt. Entsprechend ist es auch nicht mehr erforderlich, das Druckrohr am äußeren Umfang spanabhebend nachzubearbeiten bzw. abzdrehen, da auch hier nach dem Verbinden der Einzelteile keine Materialrückstände vorhanden sind.

10

Nach einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens nach der Erfindung wird das Zwischenstück mit dem Polstück und dem Rohrstück verschweißt, und zwar vorzugsweise nach einem Kondensatorentladungsschweißverfahren. Beim 15 Kondensatorentladungsschweißen können die Bauteile ohne Ausglühen und Verzug miteinander verbunden werden. Die Bauteile behalten auch nach dem Schweißprozeß ihre Maßgenauigkeit. Die genaue Positionierung der Bauteile zueinander bleibt erhalten. Auch ist es bei diesem 20 Schweißverfahren möglich, unterschiedliche Werkstoffe miteinander zu verbinden.

Durch Einsatz eines thermischen Verfahrens, wie dem Kondensatorentladungsschweißen (KSE), bei dem nur eine enge 25 Zone in den zu verbindenden Bauteilen erwärmt wird, ist es möglich, den Anker vor dem Verfügen des Polstücks, des ringförmigen Bauteils und des Rohrstücks in den Aufnahmebereich einzubringen. Dies gilt natürlich auch für weitere, in dem Aufnahmebereich anzuordnende Bauteile, wie 30 z. B. Antiklebscheiben, sowie für einen mit dem Anker verbundenen Stößel.

Durch Einsatz des Kondensatorentladungsschweißens ist es erfindungsgemäß ebenfalls möglich, die Hubbegrenzung mit 35 dem Rohrstück thermisch zu verbinden, so daß auf herkömmliche Bördelverfahren verzichtet werden kann.

Durch den Einsatz des Kondensatorentladungsschweißens wird eine ortsfeste Verbindung zwischen dem Rohrstück und der Hubbegrenzung geschaffen, so daß ein Verrutschen der Hubbegrenzung im Betrieb verhindert ist. Des Weiteren ist  
5 die Schweißverbindung zwischen dem Rohrstück und der Hubbegrenzung nicht nur druckfest, sondern auch dicht, so daß auf O-Ringe oder sonstige Dichthilfsmittel verzichtet werden kann. Da ferner beim Kondensatorentladungsschweißen keine wie vom Löten oder Laserschweißen notwendigen  
10 Reinheiten erforderlich sind, ist der Prozeß schnell und kostengünstig durchführbar.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Druckrohrs werden zuerst das  
15 Rohrstück, das Zwischenstück und das Pilotstück in einer Aufnahmevorrichtung gefügt. Das Fügen kann sowohl auf herkömmliche Art und Weise oder auf erfindungsgemäße Art durch Anwendung eines Kondensatorschweißverfahrens erfolgen. Nach dem Fügen wird der Anker, vorzugsweise mit  
20 dem Stößel, nebst der Feder in den geschaffenen Aufnahmeraum positioniert und dieser durch Einsetzen der Hubbegrenzung verschlossen. Dabei liegt die Hubbegrenzung mit ihrer Umfangskante an einer radial innenliegenden Schrägfläche des Rohrstückes an. Erfindungsgemäß wird die  
25 Hubbegrenzung mit dem Rohrstück im Bereich der Umfangskante und der Schrägfläche durch Ausbilden einer Ringnaht thermisch, insbesondere durch Kondensatorschweißen, druckfest und abdichtend verbunden.

30 Durch Einsatz des Verfahrens nach der Erfindung ist es auch möglich, die Hubbegrenzung und das Rohrstück einstückig zu fertigen. Dadurch können wiederum alle Bauteile des Hubmagneten, d. h. das Polstück, das unmagnetische Zwischenstück, das Rohrstück mit der  
35 Hubbegrenzung, der Anker, der Stößel, die Antiklebscheiben, etc., zusammengesetzt bzw. montiert werden und dann in einem einzigen Arbeitsgang thermisch zusammengefügt werden.

Eine Nachbearbeitung ist nicht erforderlich. Vielmehr ist ein fertiges Druckrohr bereitgestellt, das mit einer Spule und einem Gehäuse eines hydraulischen Ventils verbunden werden kann.

5

Bei einem anderen Verfahren, das vorzugsweise bei einem Druckrohr Anwendung findet, bei dem die Hubbegrenzung einstückig mit dem Rohrstück gefertigt ist, werden beim Zusammenfügen des Druckrohrs in einer Aufnahmevorrichtung einer Kondensatorentladungsschweißvorrichtung die zusammengesetzten Einzelteile am Rohraußendurchmesser fixiert und so zentriert. Die Hubbegrenzung ist dabei zweckmäßig unten angeordnet, so daß das Polstück, das Zwischenstück und das Rohrstück vertikal ausgerichtet sind. Damit liegt der Anker schwerkraftbedingt an der Auflagefläche der Hubbegrenzung und damit gegebenenfalls an einer Auflagefläche eines von der Hubbegrenzung aufgenommenen Handnotbolzens auf. Dadurch stellt sich ein Abstand des Ankers zur Schweißstelle ein, welche im Bereich des eine unmagnetische Zone bildenden Zwischenstücks des Druckrohrs ausgebildet ist. Durch den sich so einstellenden Abstand zwischen dem Anker und der Schweißstelle fließt der beim Kondensatorentladungsschweißen abfließende Strom nicht über den Anker, sondern über die zu verschweißenden Stellen in der unmagnetischen Zone und in die Hubbegrenzung, ohne daß der Anker einen Stromkurzschluß bildet.

25

Die Erfindung hat auch ein Druckrohr eines Hubmagneten für ein hydraulisches Ventil mit den Merkmalen nach dem Patentanspruchs 8 zum Gegenstand. Das Druckrohr weist ein Polstück, ein unmagnetisches Zwischenstück, ein Rohrstück, eine Hubbegrenzung und einen Aufnahmebereich für einen mit einem Stößel zusammenwirkenden Anker auf. Das Rohrstück und die Hubbegrenzung sind einstückig gefertigt und das Polstück, das Zwischenstück und das Rohrstück sind durch einen Schmelzprozeß thermisch miteinander verbunden. Dieses Druckrohr zeichnet sich durch wenige Bauteile aus, wobei es

30

35

insbesondere im Vergleich zu einem Druckrohr nach dem Stand der Technik nicht mehr erforderlich ist, das Druckrohr in einem separaten Arbeitsschritt mittels der mit dem Rohrstück zu verbindenden Hubbegrenzung zu verschließen.

5

Zur Vereinfachung der Fertigung kann das Druckrohr nach der Erfindung im Verbindungsbereich zwischen dem Polstück und dem Zwischenstück bzw. zwischen dem Zwischenstück und dem Rohrstück Zentriermittel aufweisen, die beispielsweise aus einem Ringwulst und eine mit diesem Ringwulst korrespondierende Ringnut bestehen.

10

Ein weiteres bevorzugtes Druckrohr gemäß den Merkmalen nach dem Patentanspruch 11 weist eine mit dem Rohstück thermisch verfügte Hubbegrenzung auf. Erfindungsgemäß findet ein Kondensatorentladungsschweißverfahren Anwendung. Vorzugsweise erfolgt das Ausbilden einer Ringnaht entlang einer hubbegrenzungsseitigen Umfangskante des Rohrstücks und einer radial innenliegenden Schrägfläche der Hubbegrenzung. Somit wird ein nur schmaler Kontaktbereich zwischen der Hubbegrenzung und dem Rohrstück geschaffen, so daß die für das thermische Fügen notwendige Energie gezielt eingeleitet und eine definierte Ringnaht ausgebildet werden kann.

15

20

25

Abschnittsweise ist die Hubbegrenzung axial von einer isolierenden Führungshülse, die von der Ringnaht axial beabstandet ist, umgriffen.

30

35

Um die bei einem Druckwechsel auf die Schweißnähte wirkenden Kräfte zu mindern, ist in der dem Aufnahmeraum zugewandten Stirnfläche der Hubbegrenzung eine Ausnehmung angeordnet. Vorzugsweise ist die Ausnehmung als eine ringförmige Ausdrehung im Bereich der Ringnaht ausgebildet, jedoch sind auch andere Ausbildungen vorstellbar.



Des Weiteren ist eine Wegmesseinrichtung zur Messung der jeweiligen Schieberposition vorstellbar, die stirnseitig an der Hubbegrenzung ausgebildet ist.

- 5 Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes nach der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.

10 Im Folgenden erfolgt eine ausführliche Beschreibung der Erfindung anhand schematischer Darstellungen. Es zeigen

Figur 1 ein hydraulisches Ventil mit einem herkömmlichen Druckrohr eines Hubmagneten; und

Figur 2 ein Druckrohr mit einem einstückig ausgebildeten Rohrstück und einer Hubbegrenzung,

15 Figur 3 ein Druckrohr mit einer in dem Rohrstück thermisch gefügten Hubbegrenzung und

Figur 4 eine Detaillansicht eines Verbindungsbereichs des Rohrstücks mit der Hubbegrenzung aus Figur 3.

20 In Figur 1 ist ein hydraulisches Wegeventil 1 im Längsschnitt dargestellt, das für industrielle Anwendungen ausgelegt, in Schieberbauweise ausgeführt und direkt gesteuert ist. Zur Betätigung weist das Wegeventil 1 zwei druckdicht ausgeführte Hubmagnetanordnungen 2 und 3 auf,  
25 die elektrisch ansteuerbar sind.

Das hydraulische Wegeventil 1 ist mit einem Ventilgehäuse 4 ausgebildet, in dem ein Steuerschieber 5 axial beweglich angeordnet ist, mittels dessen ein  
30 Fluidstrom in dem Wegeventil 1 steuerbar ist. In der Zeichnung sind ein erster Ventilanschluß 6 und ein zweiter Ventilanschluß 7 dargestellt.

Der Steuerschieber 5 ist mittels zweier  
35 Rückstelleinrichtungen 8 und 9 in der in Fig. 1 dargestellten sogenannten Mittelstellung zentriert gehalten und nach beiden Seiten in sogenannte Arbeitsstellungen

auslenkbar, und zwar mittels der in axialer Richtung  
beidseits des Ventilgehäuses 7 angeordneten  
Hubmagnetanordnungen 2 und 3.

5 Die Hubmagnetanordnungen 2 und 3 sind bei der gezeigten  
Ausführungsform baugleich. Aus diesem Grunde wird in der  
nachfolgenden Beschreibung nur auf die Hubmagnetanordnung 2  
Bezug genommen.

10 Die Hubmagnetanordnung 2 ist als einfach wirkender  
Hubmagnet in druckdichter Bauweise ausgeführt und umfaßt  
ein Druckrohr 10, das koaxial zu dem Steuerschieber 5  
ausgerichtet ist und auf dem eine Magnetspule 11 angeordnet  
ist, die von einem Spulengehäuse 12 begrenzt ist.

15

Das Druckrohr 10 umfaßt ein hülsenförmiges Polstück 13,  
an dem ein Zentralgewinde 29 ausgebildet ist, über das das  
Druckrohr 10 mit dem Ventilgehäuse 4 verschraubt ist. An  
dem dem Ventilgehäuse 4 abgewandten Ende grenzt an das  
20 Polstück 13 ein unmagnetisches Zwischenstück 14, an welches  
wiederum ein Rohrstück 15 grenzt. Das Polstück 13, das  
Zwischenstück 14 und das Rohrstück 15 bilden eine  
Lauffläche 16 für einen in einem Aufnahmeraum 17 des  
Druckrohrs 10 angeordneten Anker 18, der mit der  
25 Magnetspule zusammenwirkt und axial beweglich ausgeführt  
ist..

Der Anker 18 ist mit einem Stößel 22 verbunden, der das  
Polstück 13 axial durchgreift und zur Betätigung des  
30 Ventilschiebers 5 dient.

An dem dem Ventilgehäuse 4 abgewandten Ende ist der  
Aufnahmeraum 17 mittels einer Hubbegrenzung 19  
verschlossen, die mit dem Rohrstück 15 verbunden ist. Die  
35 deckelartige Hubbegrenzung 19 weist des weiteren einen  
Handnotbolzen 21 auf, mittels dem der Anker 18 im  
Bedarfsfall von Hand und von außen in dem Aufnahmeraum 17

axial verschiebbar ist, so daß der Steuerschieber 5 des Ventils 1 betätigt wird.

Bei dem Druckrohr 10 besteht das unmagnetische  
5 Zwischenstück 14 aus Bronze, die zwischen dem Polstück 13 und dem Rohrstück 15 aufgeschweißt ist.

In Figur 2 ist ein Druckrohr 30 mit einem Rohrstück 35 mit einer integrierten Hubbegrenzung 36 dargestellt, das  
10 zum Einbau in ein hydraulisches Ventil der in Figur 1 dargestellten Art dient und mithin Bestandteil einer Hubmagnetanordnung ist.

Das Druckrohr 30 besteht aus einem Polstück 31, an dem  
15 ein Zentralgewinde 32 ausgebildet ist, über das das Druckrohr 30 mit einem Ventilgehäuse verbindbar ist.

An dem dem Zentralgewinde 32 abgewandten Ende grenzt an das Polstück 31 ein unmagnetisches Zwischenstück 33, das  
20 ringförmig ausgebildet ist und an das an der dem Polstück 31 abgewandten Stirnseite ein becherförmiges Bauteil 34 angrenzt, welches aus einem hohlzylindrischen Rohrstück 35 und einem eine Hubbegrenzung bildenden Teilbereich 36 besteht. Das Polstück 31, das Zwischenstück 33 und das  
25 becherförmige Bauteil 34 begrenzen einen Aufnahmeraum 37 für einen Anker 38, der mit einer in Figur 2 nicht dargestellten Magnetspule zusammenwirkt.

Der Anker 38 steht mit einem Stößel 39 in Verbindung,  
30 der das Polstück 31 axial durchgreift und zur Betätigung des Steuerschiebers des hydraulischen Ventils dient.

Des weiteren ist in dem becherförmigen Bauteil 34 ein Handnotbolzen 40 angeordnet, der in einer Bohrung 41 axial  
35 beweglich geführt ist, an seinem Umfang mittels eines O-Rings 42 gedichtet ist und in der in Figur 2 dargestellten Stellung des Ankers 38 an diesen stirnseitig angrenzt.

M

Das unmagnetische Zwischenstück 33 ist an seinen Stirnseiten einerseits mit dem Polstück 31 und andererseits mit dem becherförmigen Bauteil 34 nach einem  
5 Kondensatorentladungsschweißverfahren thermisch verfügt, daß eine Lauffläche 43 für den Anker 38 gebildet ist. Beim Verfügen der Bauteile erfolgt ein Energieeintrag, der zu einer umlaufenden Schweißverbindung zwischen den jeweiligen Bauteilen führt. Die Bauteile werden dabei derart in einer  
10 Justiervorrichtung positioniert, daß die zylindrischen Innenflächen des Rohrstücks 35 und des Zwischenstücks 33 genau fluchten. Nach dem Verfügen ist keine Nachbearbeitung der Lauffläche 43 erforderlich.

15 Die Lauffläche 43 umfaßt die innere Zylinderfläche des rohrförmigen Teilbereichs 35 des Bauteils 34 und die innere Zylinderfläche des Zwischenstücks 33. Das Polstück 31, das Zwischenstück 33 und das becherförmige Bauteil 35 sind, nachdem der Anker 38 in den Aufnahmeraum 37 eingesetzt  
20 wurde bzw. das Druckrohr komplett zusammengesetzt und fixiert wurde, miteinander verbunden.

Um beim Verfügen eine genaue Zentrierung der einzelnen Bauteile zueinander zu gewährleisten, ist an den  
25 Stirnseiten des ringförmigen Zwischenstücks 33 jeweils eine Ringnut 44 bzw. 45 ausgebildet, in welche ein Ringwulst 46 bzw. 47 an der korrespondierenden Stirnseite des Polstücks 31 bzw. des becherförmigen Bauteils 35 eingreift. Alternativ kann die Zentrierung der einzelnen Bauteile  
30 mittels der eingesetzten Schweißvorrichtung erfolgen.

Figur 3 zeigt ein Druckrohr 30 mit einer in einem Rohrstück 35 thermisch gefügten Hubbegrenzung 36 und mit  
35 einer integrierten Wegmesseinrichtung 60 zur Bestimmung der Schieberposition.

Wie in der vorhergehenden Ausführungsform nach Figur 2, weist das Druckrohr 30 ein Rohrstück 35, ein unmagnetisches Zwischenstück 33, ein Polstück 31 mit einem Zentralgewinde zur Befestigung des Druckrohres 30 in einem Ventilgehäuse 5 (nicht dargestellt) und eine Hubbegrenzung 36 auf.

Das Zwischenstück 33 ist stirnseitig zwischen dem Rohrstück 35 und dem Polstück 31 angeordnet und mit diesen verbunden, so daß ein Aufnahmeraum 37 zur Aufnahme eines 10 Ankers 38 geschaffen ist. Der Anker 38 unterteilt den Aufnahmeraum 37 in zwei Unterräume 51, 53, die über im Anker 38 ausgebildete Durchgangsbohrungen 94 in Verbindung stehen. Zur Vereinfachung der Fertigung sind die 15 Stirnflächen 62, 64 des Zwischenstücks 33 entgegengesetzt konisch und die gegenüberliegenden Stirnflächen 66, 68 des Rohrstücks 35 und des Polstücks 31 mit korrespondierenden Gegenkonturen ausgebildet.

Der Aufnahmeraum 37 ist axial durch das Polstück 31 und 20 die Hubbegrenzung 36 begrenzt. In dem Aufnahmeraum ist der auf einem Stößel 39 gelagerte Anker 38 über eine Feder 58, die sich an der Hubbegrenzung 36 abstützt, gegen einen stirnseitigen Anlagering 55 des Polstücks 31 in Grundposition vorgespannt. Zur Lagesicherung taucht die 25 Feder 58 in stirnseitige Vertiefungen 74 der Hubbegrenzung 36 und des Ankers 38 ein.

Im Gegensatz zur vorbeschriebenen Ausführungsform ist die Hubbegrenzung 36 jedoch nicht einstückig mit dem 30 Rohrstück 35 ausgebildet, sondern in das Rohrstück 35 eingesetzt und mit diesem thermisch gefügt. Vorzugsweise besteht das Rohrstück 35 aus einem weichen magnetischen Stahl, wohingegen die Hubbegrenzung 36 aus einem nicht magnetisierbaren austenitischen Stahl ist.

35

Das Rohrstück 35 ist im Bereich der Hubbegrenzung 36 radial erweitert, wodurch eine Umfangskante 52 gebildet

116

wird (Figur 4). An dieser Umfangskante 52 liegt die Hubbegrenzung 36 mit einer stirnseitigen Schrägfläche 54 an. Das Rohrstück 35 und die Hubbegrenzung 36 sind im Bereich der Umfangskante 52/Schrägfläche 54 thermisch gefügt, so daß eine Ringnaht 70 ausgebildet wird, entlang der die Hubbegrenzung 36 druckfest und druckdicht mit dem Rohrstück 35 verbunden ist. Durch das Anliegen der Umfangskante 52 an der Schrägfläche 54 entsteht ein relativ schmaler Kontaktbereich, so daß die für das thermische Fügen erforderliche Energie gezielt eingebracht und die Ringnaht 70 optimal ausgebildet werden kann. Erfindungsgemäß erfolgt das thermische Fügen nach dem Kondesatorentladungsschweißverfahren.

Zur Reduzierung der auf die Ringnaht 70 wirkenden aufnahmerraumseitige Druckbelastungen ist an der Hubbegrenzung 36 stirnseitig im Bereich der Ringnaht 70 eine axiale Ausdrehung 50 ausgebildet (Figur 3). Durch diese Ausdrehung 50 sind die mechanischen Spannungen im Bereich der Ringnaht 70 erheblich verringerbar, so daß die Reiß- und Bruchanfälligkeit der Ringnaht positiv gesenkt sind.

Vorzugsweise ist ein vom Aufnahmerraum 37 abgewandter Mittelbereich 72 der Hubbegrenzung 36 radial zurückgesetzt, so daß zur Aufnahme einer isolierenden Führungshülse 56 eine vom Schweißbereich axial beabstandete Ringausnehmung 86 geschaffen ist.

Die Wegmesseinrichtung 60 weist einen an der dem Aufnahmerraum 37 abgewandten Stirnfläche 80 der Hubbegrenzung 36 radial zurückgesetzten dornartigen Körper 80 mit einer sich von dem Aufnahmerraum 37 durch die Hubbegrenzung 36 erstreckenden Sacklochbohrung 82 auf. In dieser Sacklochbohrung 82 ist der verlängerte freie Endabschnitt 84 des Stößels 39 aufgenommen, der in

Abhängigkeit von der Schieberposition bzw. Ankerposition in die Sacklochbohrung 82 unterschiedlich tief eintaucht.

Vorzugsweise erfolgt die Wegmessung des Schiebers  
5 (nicht dargestellt) nach induktivem Prinzip, wobei der freie Endabschnitt 84 des Stößels 39 von einem ringartigen ferritischen Kern 88 umgriffen ist, so daß mittels einer Differentialdrossel oder eines Differentialtransformators eine wegabhängige induzierte Spannung meßbar ist.

10

Die Anmelderin hält es sich vor, einen nebengeordneten Patentanspruch auf die erfindungsgemäße thermische Verfügung der Hubbegrenzung mit einem Rohrstück durch Anwendung eines Kondensatorentladungsschweißverfahrens zu  
15 richten.

Bei einem bevorzugten Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Druckrohrs wird in einer Aufnahmevorrichtung zuerst das Rohrstück 35 mit dem  
20 Zwischenstück 33 und dem Polstück 31 verbunden. Vorzugsweise erfolgt dies über ein Kondensatorentladungsschweißverfahren. Anschließend wird in dem Aufnahmeraum 37 der Anker, vorzugsweise mit dem Stößel 39, nebst der Feder 58 positioniert. Die Hubbegrenzung 36  
25 wird in das Rohrstück eingesetzt, bis es mit seiner Umfangskante 52 an der Schrägfläche 54 des Rohrstücks 35 anliegt. In einem letzten Arbeitsschritt wird nun die Hubbegrenzung im Bereich der Umfangskante 52 und der Schrägfläche 54 unter Ausbildung einer Ringnaht 70  
30 erfindungsgemäß mittels Kondensatorentladungsschweißen thermisch verfügt.

Offenbart sind Verfahren zur Herstellung von Druckrohren eines Hubmagneten für ein hydraulisches Ventil  
35 und Druckrohre, die nach diesen Verfahren gefertigt sind, wobei die Druckrohre thermisch verfügt sind.

Bezugszeichenliste

	1	Wegeventil
5	2	Hubmagnetanordnung
	3	Hubmagnetanordnung
	4	Ventilgehäuse
	5	Steuerschieber
	6	Ventilanschluß
10	7	Ventilanschluß
	8	Rückstelleinrichtung
	9	Rückstelleinrichtung
	10	Druckrohr
	11	Magnetspule
15	12	Spulengehäuse
	13	Polstück
	14	Zwischenstück
	15	Rohrstück
	16	Lauffläche
20	17	Aufnahmeraum
	18	Anker
	19	Hubbegrenzung
	21	Handnotbolzen
	22	Stößel
25	29	Zentralgewinde
	30	Druckrohr
	31	Polstück
	32	Zentralgewinde
	33	Zwischenstück
30	34	Bauteil
	35	Rohrstück
	36	Hubbegrenzung
	37	Aufnahmeraum
	38	Anker
35	39	Stößel
	40	Handnotbolzen
	41	Bohrung



	42	O-Ring
	43	Lauffläche
	44	Ringnut
	45	Ringnut
5	46	Ringwulst
	47	Ringwulst
	50	Ausdrehung
	51	Unterraum
	52	Umfangskante
10	53	Unterraum
	54	Schrägfläche
	55	Anlagering
	56	Führungshülse
	58	Feder
15	60	Wegmesseinrichtung
	62	Stirnfläche
	64	Stirnfläche
	66	Stirnfläche
	68	Stirnfläche
20	70	Ringnaht
	72	Mittelbereich
	74	Vertiefung
	76	Vertiefung
	78	Stirnfläche
25	80	dornartiger Körper
	82	Sacklochbohrung
	84	freie Endabschnitt
	86	Ringausnehmung
	88	Ferritischer Kern
30	94	Durchgangsbohrung

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Druckrohres eines Hub-  
5 magneten für ein hydraulisches Ventil, welches  
Druckrohr ein Polstück (31), ein unmagnetisches  
Zwischenstück (33), ein Rohrstück (35) und eine  
Hubbegrenzung (36) aufweist und mit einem Aufnahmeraum  
10 (37) für einen mit einem Stößel (39) zusammenwirkenden  
Anker (38) ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß  
das unmagnetische Zwischenstück (33) an seinen  
Stirnseiten mit dem Polstück (31) und dem Rohrstück  
(35) derart thermisch verfügt wird, daß nach dem  
15 Verfügen eine Lauffläche (43) für den Anker (38)  
ausgebildet ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß  
das Zwischenstück (33) mit dem Polstück (31) und dem  
20 Rohrstück (35) verschweißt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß  
ein Kondensatorentladungsschweißverfahren eingesetzt  
wird.
- 25 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch  
gekennzeichnet, daß das Polstück (31), das  
Zwischenstück  
(33) und das Rohrstück (35) beim Verfügen vertikal  
30 ausgerichtet sind.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch  
gekennzeichnet, daß der Anker (38) vor dem Verfügen des  
Polstücks (31), des Zwischenstücks (33) und des  
35 Rohrstücks (35) in den Aufnahmebereich (37) eingebracht  
wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubbegrenzung (36) mit dem Rohrstück (35) thermisch verfügt ist.
- 5 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubbegrenzung (36) und das Rohrstück (35) einstückig gefertigt werden.
- 10 8. Druckrohr eines Hubmagneten für ein hydraulisches Ventil, mit einem Polstück (31), einem unmagnetischen Zwischenstück (33), einem Rohrstück (35), einer Hubbegrenzung (36) und einem Aufnahmeraum (37) für einen mit einem Stößel (39) zusammenwirkenden Anker (38), dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrstück (35) und die Hubbegrenzung (36) einstückig gefertigt sind und das Polstück (31), das Zwischenstück (33) und das Rohrstück (35) thermisch miteinander verbunden sind.
- 15 9. Druckrohr nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Verbindungsbereich zwischen dem Polstück (31) und dem Zwischenstück (33) bzw. zwischen dem Zwischenstück (33) und dem Rohrstück (35) Zentriermittel (44, 45, 46, 47) ausgebildet sind.
- 20 10. Druckrohr nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentriermittel mindestens einen Ringwulst (46, 47) und mindestens eine mit diesem korrespondierende Ringnut (44, 45) umfassen.
- 25 11. Druckrohr eines Hubmagneten für ein hydraulisches Ventil mit Rohrstück (35) und einer Hubbegrenzung (36), dadurch gekennzeichnet, daß die Hubbegrenzung (36) mit dem Rohrstück (35) durch ein Kondensatorentladungsschweißverfahren thermisch verfügt ist.
- 30 35

12. Druckrohr nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubbegrenzung (36) mit einer Umfangskante (52) an einer radial innenliegenden Schrägfläche (54) anliegt und in diesem Bereich durch thermisches Fügen eine Ringnaht (70) ausgebildet ist.

13. Druckrohr nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubbegrenzung (36) abschnittsweise von einer in einer Ringausnehmung (86) angeordneten isolierenden Führungshülse (56) umgriffen ist, die axial von der Ringnaht (70) beabstandet ist.

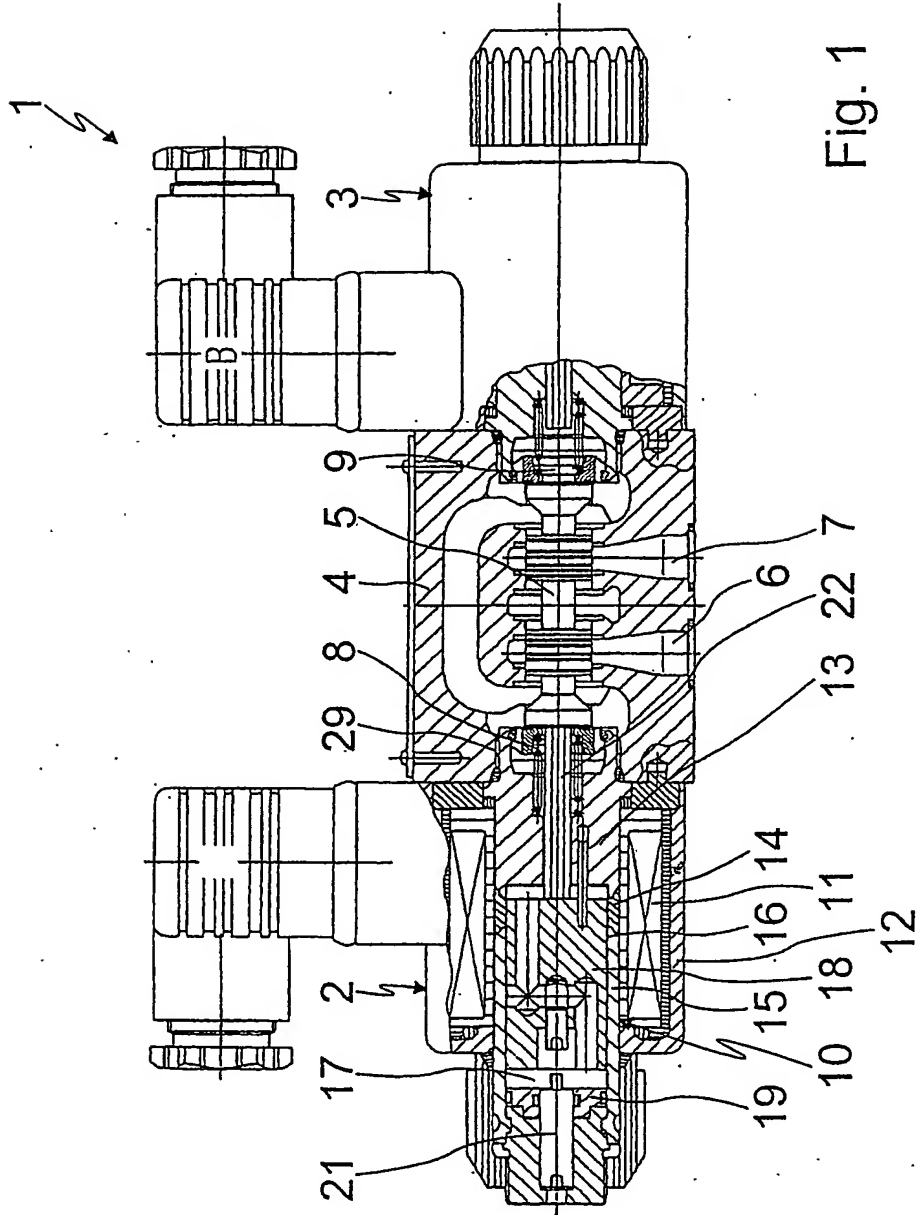
14. Druckrohr nach einem der Ansprüche 11, 12 oder 13 dadurch gekennzeichnet, daß in der dem Anker (38) zugewandten Stirnfläche der Hubbegrenzung (36) im Bereich der Ringnaht (70) eine ringförmige Ausdrehung (50) ausgebildet ist.

15. Druckrohr nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrstück (35) aus einem weichen magnetischen Material und die Hubbegrenzung (36) aus einem unmagnetischen austenitischen Stahl gefertigt ist.

16. Druckrohr nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Druckrohr (30) eine Wegmesseinrichtung (60) integriert ist, die vorzugsweise stirnseitig an der Hubbegrenzung (36) ausgebildet ist.

Zusammenfassung

Offenbart sind Verfahren zur Herstellung von Druckrohren eines Hubmagneten für ein hydraulisches Ventil und Druckrohre, die nach diesen Verfahren gefertigt sind, wobei die Druckrohre thermisch verfügt sind.



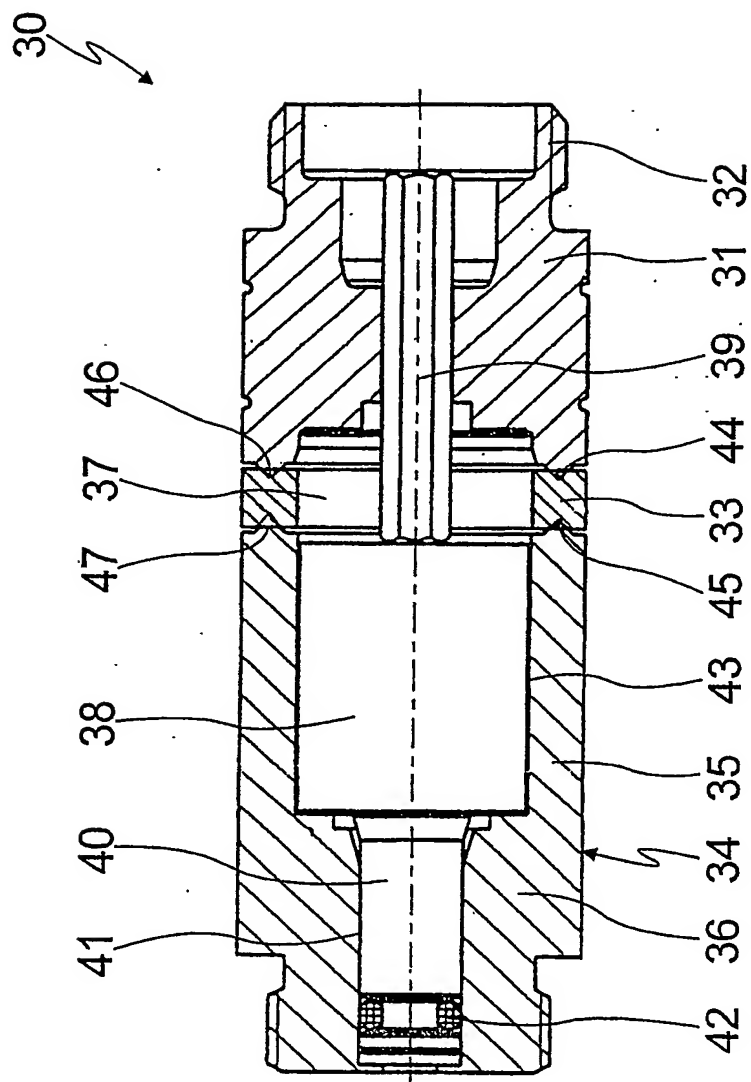


Fig. 2

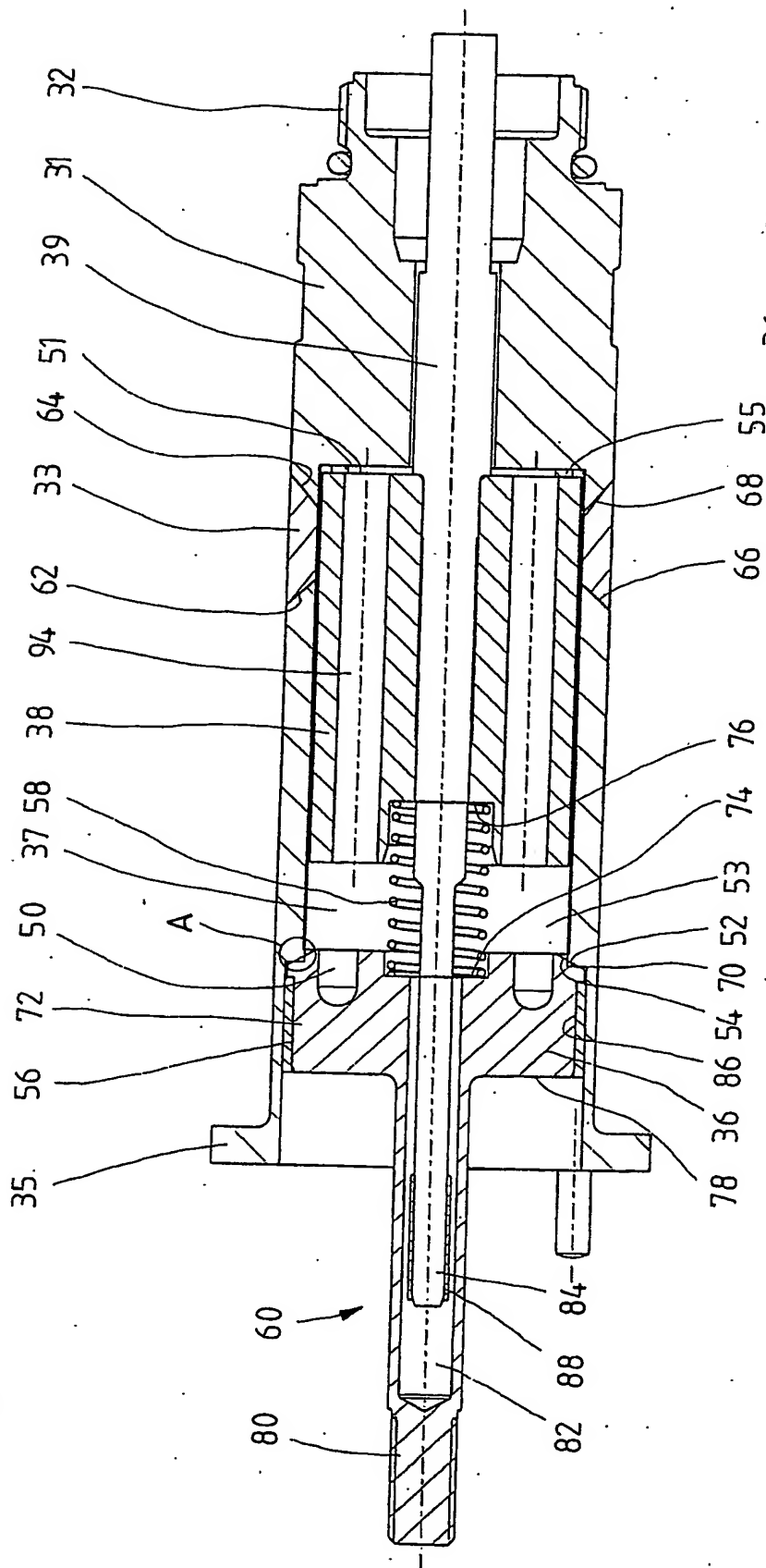


FIG. 3

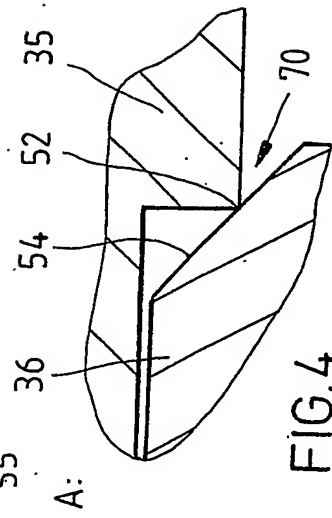


FIG. 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**